



**Concours GE2I/GMEC session 2014**

**Composition : Sciences industrielles**

**Durée : 3 Heures**



Institut National Polytechnique  
Félix Houphouët – Boigny  
SERVICE DES CONCOURS

**Problème n°1 :**

Un système schématisé figure P4.1 est destiné à asservir la température d'un gaz qui traverse, avec un débit  $D$  constant, une enceinte ( $C$ ) chauffée à sa partie inférieure par un brûleur et supposé parfaitement calorifugée sur ses autres parois. On admet que l'enceinte (contenu et parois) est à chaque instant en équilibre thermique et que le gaz qui y arrive est à la température constante de  $0^{\circ}\text{C}$ . La température  $\theta$  du gaz qui y arrive est mesurée par un thermomètre à dilatation, on désigne par  $y$  la longueur de sa tige, image de la température du gaz ( $y=0$  si  $\theta = 0^{\circ}\text{C}$ ). Ce thermomètre est inséré dans le montage de la figure P4.1 (on pose  $AB = a$  et  $BC = b$ ). Il donne un déplacement «  $y$  » proportionnel, en régime permanent, à la température  $\theta$  et présente une constante de temps «  $\tau$  » en régime transitoire (coefficient de proportionnalité :  $k$ ). la consigne est affichée par le déplacement  $x$  d'une vis ( $V$ ) et l'écart «  $\varepsilon$  » (déplacement du point  $C$ ) est amplifié au moyen d'un dispositif pneumatique à buse palette, dont la pression  $P$  est supposée proportionnelle à «  $\varepsilon$  » (coefficient de proportionnalité :  $-k_1 < 0$ ).

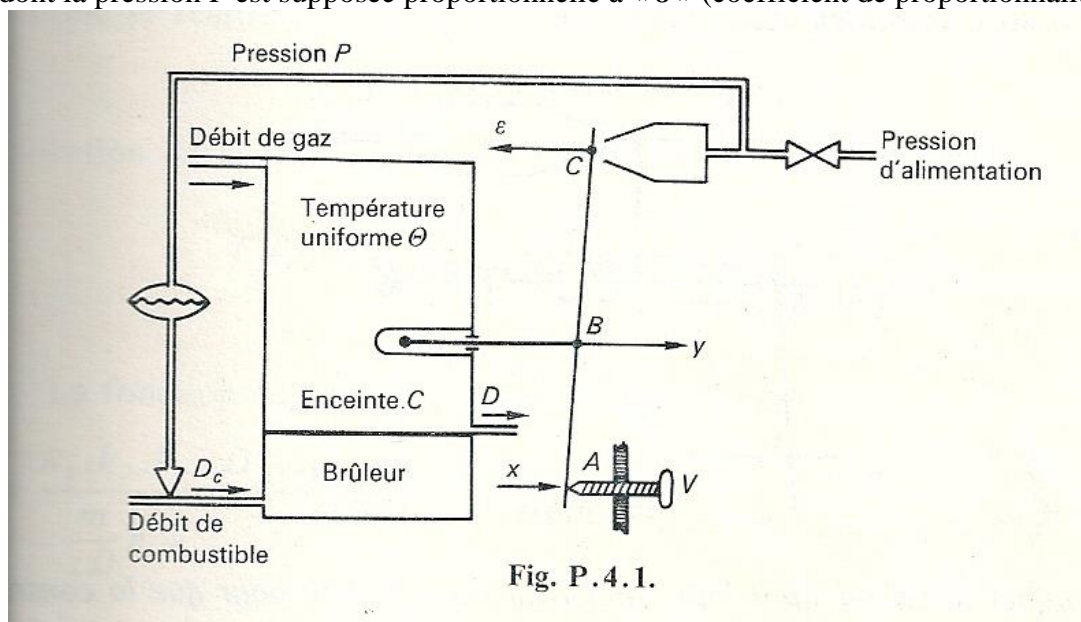


Fig. P.4.1.

Le réglage du dispositif est tel que pour  $x = 0$ ,  $\varepsilon = 0$  et  $\theta = 0^{\circ}\text{C}$ . On suppose  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta \varepsilon$  très petits par rapport à la longueur de la tige et on les compte positivement dans les sens indiqués par les flèches de la figure P4.1.

La pression  $P$  commande une vanne linéaire réglant le débit  $D_c$  du combustible dans le brûleur ; le coefficient de proportionnalité de  $D_c$  à  $P$  est :  $D_c/P = -k_2 < 0$ . On admettra que la quantité de chaleur  $Q$ , apportée pendant l'unité de temps à l'enceinte par le brûleur, est proportionnelle à  $D_c$  ( $Q/D_c = k_3 > 0$ ). On désigne par  $c$  la chaleur spécifique du gaz et par  $m$  la masse calorifique de l'enceinte (contenu et parois).

- 1) Mettre en évidence le fonctionnement du comparateur (soit  $\Delta \varepsilon = f(x ; y)$ ) et dessiner le schéma fonctionnel du système.
- 2) Calculer la fonction de transfert  $F_1(p) = \theta(p)/D_c(p)$ .
- 3) a) Donner l'expression de la fonction de transfert en boucle principale ouverte de l'asservissement  $T(p)$ .

On donne les valeurs numériques suivantes :

- à un déplacement  $\Delta \varepsilon = 0,2$  mm correspond une augmentation de  $A$  kilocalories par secondes de la quantité de chaleur cédée à l'enceinte par le brûleur ;
- un déplacement  $\Delta y = 0,5$  mm correspond à une élévation de température de  $1^{\circ}\text{C}$  ;
- débit du gaz :  $D = 10$  kg/s ;

-  $c = 0,5 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$  ;  $m = 50 \text{ kcal/}^\circ\text{C}$  ;  $\tau = 2 \text{ s}$  ;  $a = b$  ;

b) Tracer, dans le plan de BODE, les diagrammes d'amplitude et de phase de  $T(j\omega)$  et déterminer la valeur  $A$  correspondant à une marge de phase de  $45^\circ$  ;

4) On ajoute au système de la figure P4.1, le dispositif mécanique P4.2. Ce dispositif comprend deux amortisseurs de coefficient de frottement visqueux  $f_1$  et  $f_2$  et un ressort de raideur  $k$ .

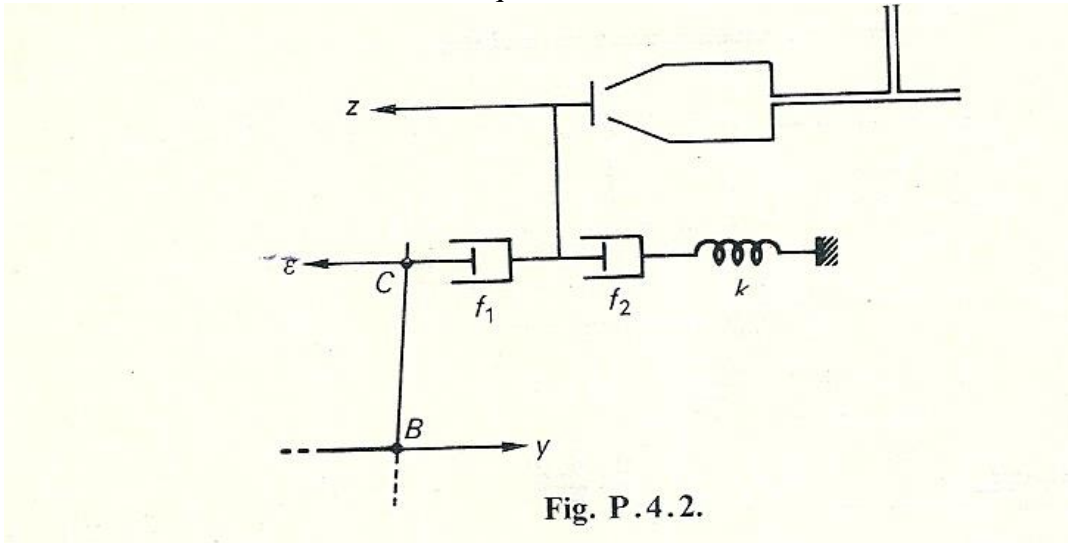


Fig. P.4.2.

- Déterminer la valeur qu'il faut donner au rapport  $f_2/k$  pour que la constante de temps la plus forte de  $T(p)$  se trouve supprimée par l'adjonction de ce dispositif. On impose  $f_2 = 9f_1$ .
- Trouver l'expression de la fonction de transfert en boucle principale ouverte  $T_2(p)$  du système modifié.
- Tracer dans le plan de BODE les lieux de transferts de  $T_2(p)$  ;
- Déterminer la valeur du facteur de résonance du système en boucle fermée (on prendra  $A = 100$ ).
- On considère un régime permanent dans lequel  $\theta = \theta_0$  ; comment s'introduit dans le schéma fonctionnel une perturbation  $\Delta D = d$  du débit gazeux  $D$ .

### Problème n°2 :

La machine à rainurer et à percer (voir fig1 : schéma général de l'installation) s'insère dans une chaîne d'usinage, de traitement et de fonctionnement de cylindre de poudre comprimée. A partir d'un stock de pièces, géré par un système autonome, elle effectue d'abord une rainure longitudinale puis un perçage d'un trou à chaque extrémité. La machine effectue ces deux opérations en même temps pour satisfaire à des impératifs de cadence de production.

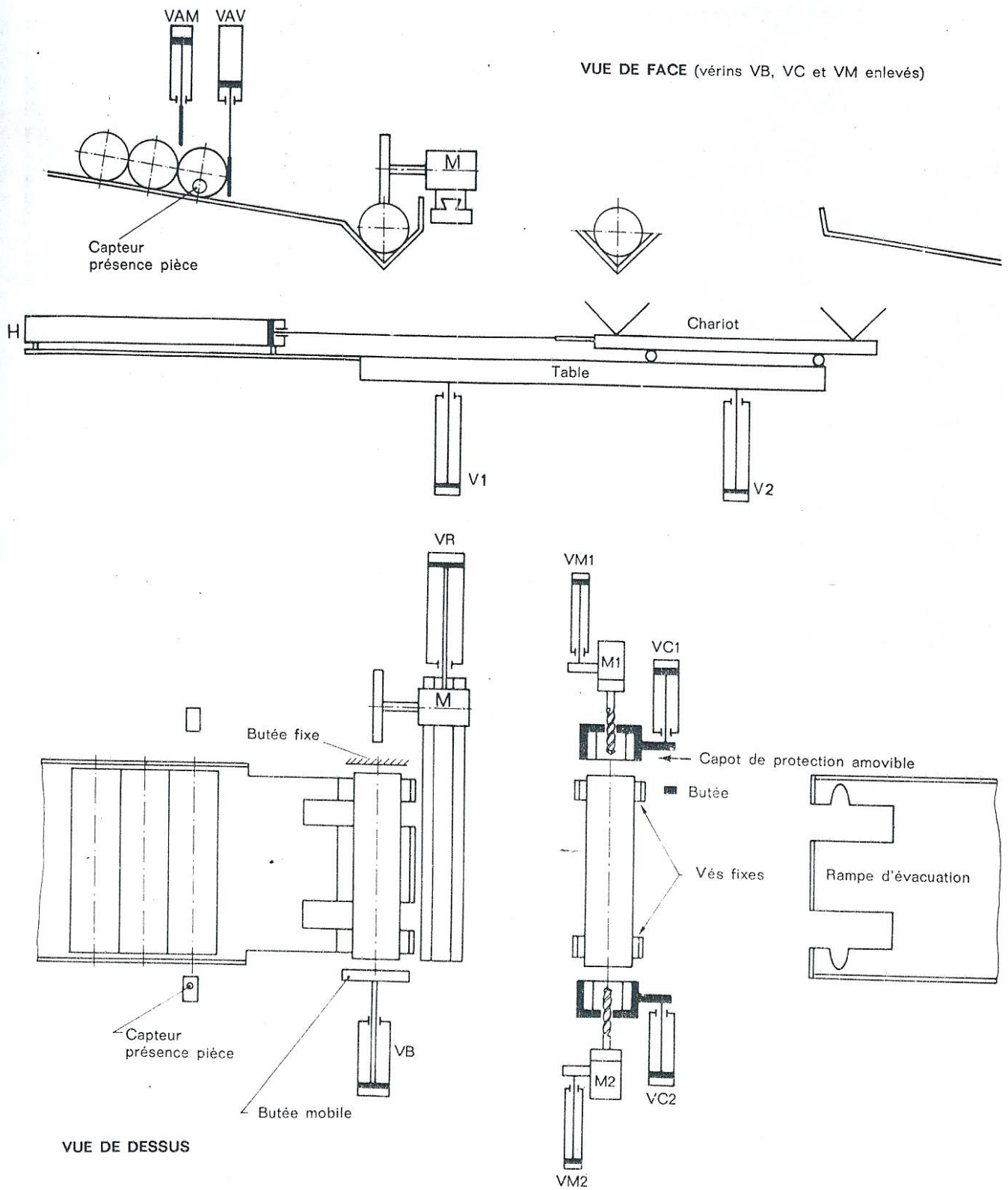
**Admission des pièces :** elle est réalisée par un système d'échappement à deux vérins VAM et VAV, permettant de sélectionner une pièce à la fois. En cas de rupture de stock de pièces à l'entrée du sas, détectée par un capteur de présence pièce, la machine s'arrêtera en fin de cycle en déclenchant une alarme. La pièce ainsi sélectionnée glisse dans une goulotte pour venir se positionner dans deux vès fixes. Un autre capteur non représenté délivre alors une information de pièce en position.

**Rainurage :** la pièce ainsi prépositionnée est bridée entre un mors fixe et un mors mobile VB pour effectuer le rainurage (réalisé par aller- retour du bloc support moteur de fraise à rainurer). Une hotte aspirante assure l'évacuation des particules d'usinage.

**Perçage :** la pièce déposée sur les v 2 vès, l'opération de perçage débute par le bridage de la pièce. Ce bridage est assuré par l'amenée successive de deux capots amovibles ; le premier manœuvré par le vérin VC1 plus puissant que le vérin VC2, vient se positionner sur une butée fixe. Ces deux capots, ouverts sur leur partie inférieure sur une hotte d'aspiration, jouent le rôle de protection en cas d'éclatement éventuel de l'extrémité de la pièce sous l'action du perçage. Le perçage proprement dit est obtenu par les deux moteurs électriques M1 et M2 animés en translation par deux vérins VM1 et VM2. Deux détecteurs, non représentés, sur la rampe d'évacuation permettent d'obtenir l'information pièce mauvaise.

**Transfert :** le chariot, comportant deux berceaux supports de pièce, mobile en translation au moyen d'un vérin H, est déplacé verticalement par un système à deux vérins V1 et V2. Le chariot soulève simultanément la pièce percée, les transfère vers la droite et dépose, la première sur les vès fixes du poste de perçage, la seconde sur la rampe inclinée d'évacuation.

**Travail à faire : Réaliser le grafct partie opérative du système.**



***Figure1 : Schéma général de l'installation***

